

道路照明



1982.8 北京

道 路 照 明

中国建筑科学研究院物理所	孙延年	编
	李景色	
江苏省无锡市路灯管理所	王洪章	
江苏省常州市路灯管理所	张 华	

一九八二年八月

前 言

为了适应四化建设，特别是城市建设的需要，应路灯系统一些同志的要求，最近我们把1981年在北京举办的“道路照明短训班”使用的讲义《道路照明》经补充、修改成此书。其中第二章的镇流器一节和第九章全章是这次新增写的，其它各章节也都不同程度地作了必要的调整和补充。目的是使该书更加适合广大道路照明工作者的实际工作的需要。

参加本书编写工作的有中国建筑科学研究院物理所孙延年、李景色，无锡市路灯管理所王洪章，常州市路灯管理所张华等同志。其中孙延年执笔编写第一、二、三、四、六、十章，李景色执笔编写第五、七、八章，张华、王洪章执笔编写第九章及第十章中的部分内容。此外，北京路灯管理处高纪昌、胡培生同志为第十章和十二章中的镇流器一节提供了部分素材，并对部分章节提出了宝贵的意见。另外，武进县玻璃钢灯具厂张辉、无锡电子设备厂张瑞芬二同志完成了书稿的抄写和描图工作；道路照明技术情报站华东分站为本书的出版作了大量的组织工作，并得到中国建筑科学研究院物理所副所长肖辉乾、张绍纲两同志的审阅和补充，在此一并表示衷心的感谢。

本书涉及道路照明的各个方面，内容比较广泛，由于笔者的水平所限，书中不妥和错误之处，望读者批评指正。

编 者

1982.8.

目 录

第一章 概述	(1)
1—1 节 道路照明的作用、意义及其发展	(1)
1—2 节 常用道路照明术语	(1)
第二章 道路照明常用光源及镇流器	(9)
2—1 节 道路照明常用光源	(9)
一、光源分类	(9)
二、光源主要特性	(9)
2—2 节 镇流器	(20)
一、镇流器的作用	(20)
二、电感式和漏磁升压式镇流器的工作原理	(20)
第三章 道路照明器	(25)
3—1 节 照明器的光学特性	(25)
一、光强分布曲线	(25)
二、保护角	(26)
三、照明器效率	(27)
3—2 节 光照材料基本特性	(28)
一、材料的光学特性和基本原理	(28)
二、反射、透射光的分布方向、特点和种类	(29)
三、灯具常用材料的反射、透射系数	(29)
3—3 节 照明器的分类	(31)
一、按照明器的用途分类	(32)
二、道路照明器按光分布分类	(32)
三、按照明器的防护特点分类	(34)
3—4 节 反光器的种类与计算	(34)
一、镜面反光器的基本类型	(34)
二、镜面反光器的几种基本形式及其光学特性	(34)
3—5 节 道路照明器主要部件的作用和设计的内容	(37)
第四章 影响道路照明的基本光度参数和要求	(39)
4—1 节 司机视觉工作的特点	(39)
4—2 节 影响道路照明的基本光度参数	(41)
一、路面要有一定的平均亮度	(41)
二、路面亮度要有一定的均匀比	(41)

三、眩光限制	(42)
四、诱导性	(46)
第五章 道路照明标准	(48)
5—1节 CIE和若干国家的道路照明标准	(48)
一、CIE道路照明标准	(48)
二、日本道路照明标准	(49)
三、美国道路照明标准	(50)
四、苏联道路照明标准	(53)
5—2节 各国道路照明标准的分析比较	(53)
5—3节 对当前我国进行道路照明设计时选用标准的几点意见	(54)
第六章 道路照明设计	(56)
6—1节 道路照明设计的基本要求和内容	(56)
一、基本要求	(56)
二、设计的主要内容和步骤	(56)
6—2节 设计原则和方法	(57)
一、路面的反射	(57)
二、照明器的光分布	(58)
三、照明器的布置	(58)
四、树木对路灯照明的影响	(66)
五、照明设备的选择	(67)
第七章 道路照明计算	(68)
7—1节 照度计算	(68)
一、路面上任意一点的照度计算	(68)
二、路面平均照度的计算	(69)
三、照度均匀度的计算	(70)
四、计算举例	(70)
7—2节 亮度计算	(75)
一、概述	(75)
二、路面上任意一点的亮度计算	(78)
三、路面平均亮度的计算	(81)
四、计算举例	(82)
7—3节 眩光计算	(85)
一、不舒适眩光的计算	(85)
二、失能眩光的计算	(87)
第八章 道路照明测量	(99)
8—1节 道路照明测量常用仪器简介	(99)
一、照度计	(99)
二、亮度计	(101)

8—2节 道路照明的现场测量	(102)
一、测量的目的	(102)
二、路面照度测量	(103)
三、路面亮度测量	(105)
第九章 道路照明的控制及线路	(109)
9—1节 道路照明控制	(109)
一、手动式	(109)
二、时控式	(109)
三、光电式	(110)
四、串联式	(110)
五、并联式	(111)
六、遥控式	(112)
9—2节 道路照明负荷计算	(114)
9—3节 导线截面的计算	(115)
一、根据允许电压损失的要求选择导线截面的计算	(115)
二、负荷电流不大于导线连续允许电流的计算	(118)
三、导线的机械强度	(118)
四、按经济电流密度选择导线的计算	(120)
五、道路照明线路的中性线截面的选择	(120)
9—4节 道路照明配电线路布置	(121)
一、道路照明供电线路设计	(121)
二、道路照明线路的路径选择	(122)
三、道路照明线路的材料选择	(123)
四、道路照明线路与其他设备的关系	(125)
9—5节 道路照明功率因数的改善	(126)
一、概述	(126)
二、用电容器补偿的方法提高线路的功率因数	(128)
9—6节 接地装置与避雷保护的设计计算	(130)
一、接地装置的设计	(130)
二、避雷保护范围计算	(133)
第十章 道路照明节能与维护	(136)
10—1节 道路照明节能的几点措施	(136)
10—2节 道路照明与城市绿化	(138)
10—3节 道路照明的维护与管理	(139)
一、道路照明器的维护	(139)
二、道路照明设施的维护	(139)
三、道路照明线路的运行和维护	(140)

1—1 节 道路照明的作用、意义及其发展

道路照明是城市建设中不可缺少的一项公共设施。它对防止夜间交通事故、消除车辆堵塞和减少交通拥挤等,都有相当的益处。此外,如照明系统和设备选用得当,设计合理,还能对一个城市的环境面貌起到良好的效果。同时,在一定程度上也反映了一个国家的科学技术水平。

道路照明的含义——从狭义上说是指街道和公路上的照明;从广义上讲还包括了街心广场、立交桥、桥梁、隧道等照明。另外,根据我国的具体情况,在一些城镇中的不售票的公园和绿地的公共照明设施,也归属道路照明系统。

道路照明的功能——不仅是为了方便群众、安定人民生活 and 交通警的需要以及商业区、市中心区的特殊要求,而且它所担负的主要作用是确保夜间交通安全,提高夜间道路交通利用率。因此,道路照明首先应满足汽车司机在夜晚行车时视觉作业的要求——辨认的可靠性和视觉舒适感,尽可能地使司机有充分的时间及时地对任何障碍物作出反应,以避免发生交通事故并减少司机视觉疲劳,使其能安全舒适驾驶。

由图1—1所示,道路交通照明技术经过三个阶段,到目前在国际上已发展成为一项专门学科。最初系由美国照明工程学会开始研究,在1930年由该会道路照明研究委员会与美国标准规范协会协作研究,订出了第一个有关道路照明方面的规范做为当时参考性建议,至今已经修订了九次。

约在1940年以前,道路照明一直沿用以人眼不能直接感觉的照度($\bar{E}$)为评价指标,主要是指供可以接受的照明水平。40年左右以后,以波尔(D·Boer)为代表的许多学者不仅从光度学和几何学方面,而且发展到从生理光学方面进行了大量研究工作。这种照明装置设计的基础是以人眼所感受的亮度来规定标准,即路面亮度($\bar{L}$);路面亮度均匀度(U, U_1)以及眩光限制(G, TI)三项技术指标。这一理论上的重大突破,使得道路照明设计更加合理,更加符合实际,进一步促进了道路照明技术的发展。现在这一理论和方法已为国际照明委员会(CIE)所承认。并在道路照明技术委员会(CIE·TC-4.6)的推动下,许多国家都已修订或制定出相应的道路照明标准,为改善和提高道路照明水平,保障交通安全,合理设计、安装以及节约照明用电等方面,提供了必要的依据。

1—2 节 常用道路照明术语

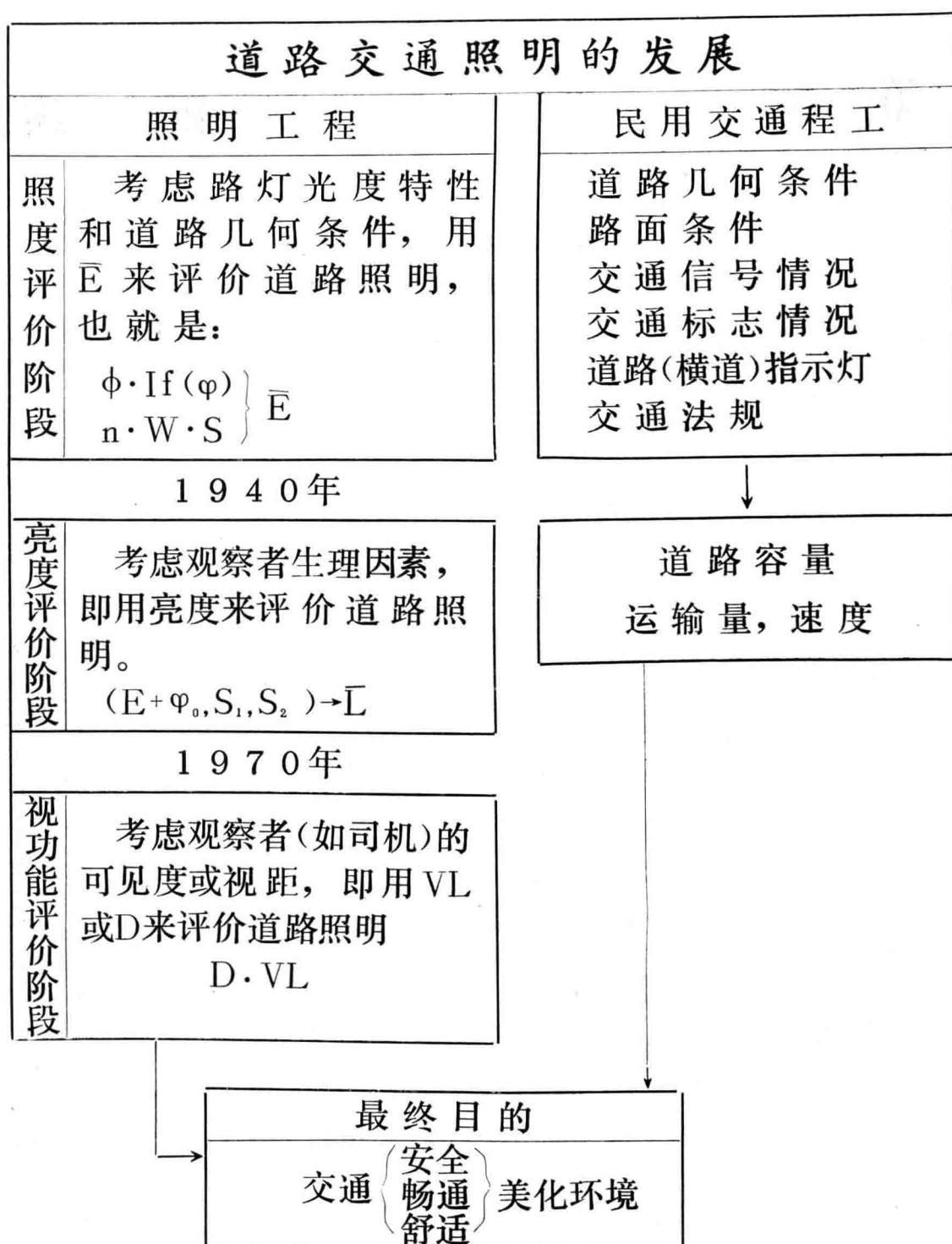


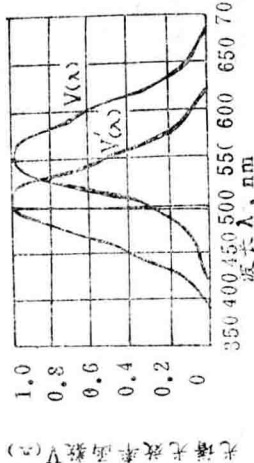
图 1—1 道路交通照明的功能与发展框图*

*Prpf, J.B.be : "Recent and New-Future Developments in Illuminating Engineering" Eindhoven

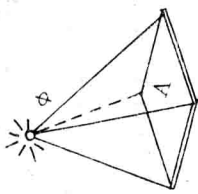
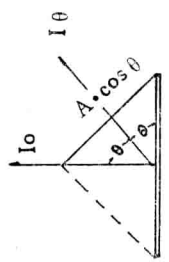
表 1.1.1 道路照明术语名称、符号、单位及涵义浅释

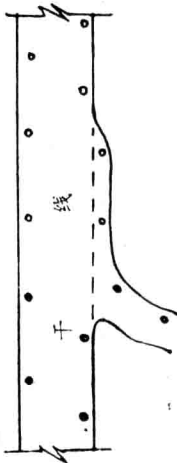
术语名称	符号	单位	公 式 及 示 意 图	涵 义
可 见 光			电磁波谱 10^{-14} 10^{-12} 10^{-10} 10^{-8} 10^{-6} 10^{-4} 10^{-2} 10^{-4}	照明工程所应用的光，系指人的视觉能感到的辐射能，它是一种电磁波。 可见光的波长规定在380~780毫微米 (nm) 范围内，不同波长的光给人的颜色感觉不同。长于780毫微米的辐射及短于380毫微米的辐射均不能引起视觉，前者称为红外辐射，后者称为紫外辐射。
光源光谱			光通量 波长nm 荧光高压汞灯 高压钠灯	光源辐射的光，往往由许多波长不同的单色光组成，不同强度的单色光按波长长短依次排列的图相，称为光源的光谱。
光谱光效率	K	lm/w (流明/瓦)	$K = \Phi_v / \rho_v$	系在某一波段的光通量和辐射通量之比。

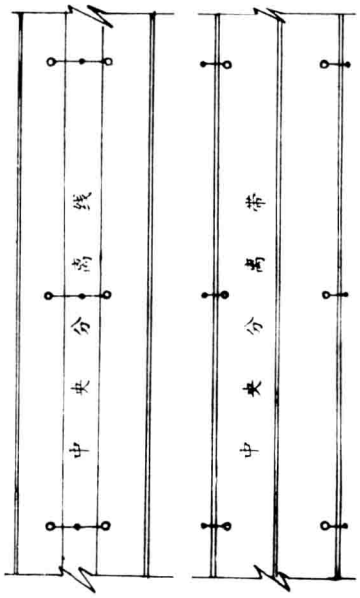
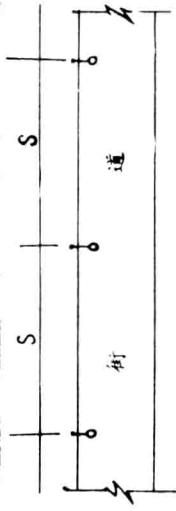
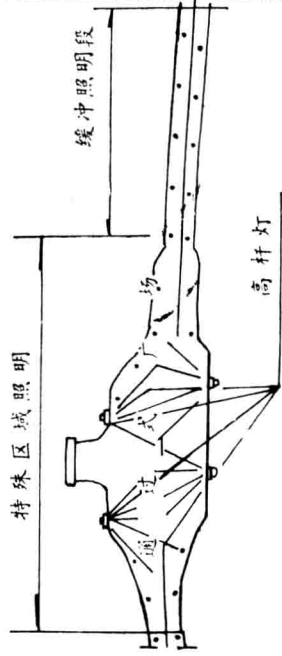
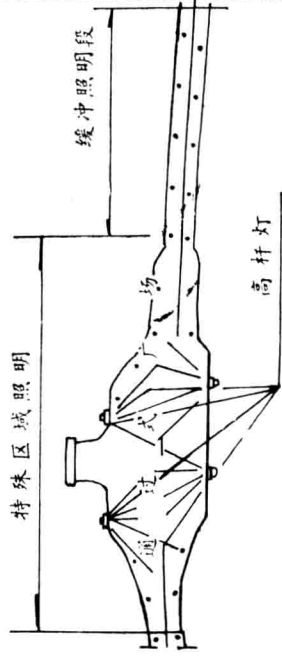
续表 1.1

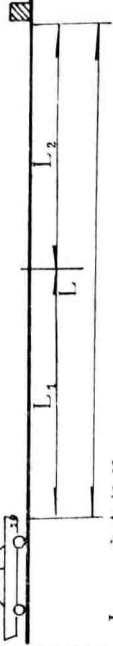
光谱光效率函数	$V(\lambda)$	 $V(\lambda)$——正常亮度下明视觉光谱光效率函数 $V'(\lambda)$——微弱光照射时暗视觉光谱光效率函数	人眼对各种波长光的相对灵敏度，称为光谱光效率函数 $V(\lambda)$。人眼对不同波长的光的灵敏度不一样，在白天或光线较强的地方，对波长为 555 毫微米的黄绿色光最敏感，波长高 555 毫微米越远，灵敏度越低。
光通量	Φ	$\Phi = K_m \rho \cdot V \cdot d$	光源在单位时间内，向周围空间辐射，并引起视觉的能量称为光通量。由于人眼对不同波长的光灵敏度不一样，所以光通量不但与强度有关，而且与辐射波长有关。
发光强度 (光强)	I	$I = d\Phi/d\omega$	在某方向上，单位立体角(ω)的光通量(Φ)，或者是垂直于该方向上的光通量除以对应该面上的立体角所得的值，称为光源在该方向上的发光强度。
烛光	Cd		系光强单位，1967 年第三届国际权度大会规定：面积等于 1/60 平方厘米的绝对“黑体”。(即能够吸收全部外来光线而毫无反射的理想物体)在纯铂(Pt)凝固温度 2042 K 时，沿着垂直方向的发光强度(即光源在单位立体角内有 1 流明光时)称为 1 烛光。
流明	lm		系光通量单位。光强为 1 烛光的均匀点光源，在单位立体角内，所发射的光通量，称为 1 流明。

续表 1-1

照度	E lx (勒克斯)	$E = d\phi/dA$ 	系单位面积 A (m^2) 上所接受的光通量, $\phi(lm)$ 。当光通量是均匀分布时, 则为光通量(ϕ)除以被照面积。																									
勒克斯	lx (lm/m^2)	照度单位的换算 <table><tr><th>单位名称</th><th>勒克斯(lx)</th><th>辐脱(Pn)</th><th>呎烛光* (fc)</th></tr><tr><td>1 勒克斯 (lm/m^2)</td><td>1</td><td>10^{-4}</td><td>9.29×10^{-2}</td></tr><tr><td>1 辐脱 (lm/cm^2)</td><td>10^4</td><td>1</td><td>9.29</td></tr><tr><td>1 呎烛光 (lm/ft^2)</td><td>10.76</td><td>10.76×10^{-4}</td><td>1</td></tr></table> *呎烛光是英制照度单位, 符号为 fc , $1fc = 1lm/ft^2$	单位名称	勒克斯(lx)	辐脱(Pn)	呎烛光* (fc)	1 勒克斯 (lm/m^2)	1	10^{-4}	9.29×10^{-2}	1 辐脱 (lm/cm^2)	10^4	1	9.29	1 呎烛光 (lm/ft^2)	10.76	10.76×10^{-4}	1	系单位为单位情况下的照度单位。 1 流明的光通量均匀分布在 1 平方米面积上时, 该照度称为 1 勒克斯。									
单位名称	勒克斯(lx)	辐脱(Pn)	呎烛光* (fc)																									
1 勒克斯 (lm/m^2)	1	10^{-4}	9.29×10^{-2}																									
1 辐脱 (lm/cm^2)	10^4	1	9.29																									
1 呎烛光 (lm/ft^2)	10.76	10.76×10^{-4}	1																									
亮度	L nt (尼特)	$L = I\theta = /s \cdot \cos\theta$ 	系在某方向, 垂直于该方向面上的单位投影面积 ($dA \cdot \cos\theta$) 的发光强度 (I_s)。																									
尼特	nt (cd/m^2)	亮度单位的换算 <table><tr><th>单位名称</th><th>尼特 (nt)</th><th>照提 (sb)</th><th>阿波照提 (asb)</th><th>呎朗伯* (fl)</th></tr><tr><td>1 尼特 (cd/m^2)</td><td>1</td><td>10^{-4}</td><td>3.142</td><td>0.2919</td></tr><tr><td>1 照提 (cd/cm^2)</td><td>10^{-4}</td><td>1</td><td>3.142×10^{-4}</td><td>0.2919×10^{-4}</td></tr><tr><td>1 阿波照提 ($1/n cd/m^2$)</td><td>0.3183</td><td>0.3183×10^{-4}</td><td>1</td><td>0.0929</td></tr><tr><td>1 呎朗伯* ($1/n cd/ft^2$)</td><td>3.426</td><td>3.426×10^{-4}</td><td>0.1076</td><td>1</td></tr></table> *呎朗伯为英制亮度单位。	单位名称	尼特 (nt)	照提 (sb)	阿波照提 (asb)	呎朗伯* (fl)	1 尼特 (cd/m^2)	1	10^{-4}	3.142	0.2919	1 照提 (cd/cm^2)	10^{-4}	1	3.142×10^{-4}	0.2919×10^{-4}	1 阿波照提 ($1/n cd/m^2$)	0.3183	0.3183×10^{-4}	1	0.0929	1 呎朗伯* ($1/n cd/ft^2$)	3.426	3.426×10^{-4}	0.1076	1	系亮度单位。等于每平方米 1 烛光的亮度, 称为 1 尼特。
单位名称	尼特 (nt)	照提 (sb)	阿波照提 (asb)	呎朗伯* (fl)																								
1 尼特 (cd/m^2)	1	10^{-4}	3.142	0.2919																								
1 照提 (cd/cm^2)	10^{-4}	1	3.142×10^{-4}	0.2919×10^{-4}																								
1 阿波照提 ($1/n cd/m^2$)	0.3183	0.3183×10^{-4}	1	0.0929																								
1 呎朗伯* ($1/n cd/ft^2$)	3.426	3.426×10^{-4}	0.1076	1																								

亮度对比	C		$C = L_b - L_o / L_b$		在视野内, 比较大的任意两个面的亮度, 如背景亮度(L_b)和物体亮度(L_o)的相对差。
维护系数	K		$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$		在计算照度和亮度时, 考虑到在照明期间内光源光通量的衰减(K_1)、灯具的污垢(K_2)和陈旧(K_3)等诸因素, 使光的利用率降低, 因此, 在照明计算公式中, 必须引入考虑减光补偿系数, 以保证实际照度尽量符合选定的照度值。
利用系数	η		$\eta = \Phi W / \Phi_o$		道路照明的利用系数(η), 为射入路面上的光通量(ΦW)和光源光通量(Φ_o)之比。
显色指数 R	Ra		$Ra = 100 - 4.6 \frac{\sum_{i=1}^8 \Delta E_{ai}}{\Delta E_a}$ $Ra = \frac{1}{8} \sum_{i=1}^8 \Delta E_{ai}$ 其中: $\frac{\Delta E_{ai}}{\Delta E_a}$ — 为八种试验色($i = 1 \sim 8$)的 ΔE_{ai} 的平均值; ΔE_{ai} — 表示将照明光源从基准光源改变为待测光源时, 试验色的颜色感觉的变化。		光源的显色指数是指在待测光源照射下, 物体的颜色与在相近色温的辐射或日光光源照射下, 物体颜色相符合的程度, 颜色性好, 国际上规定数高, 光源的显色指数为 100。
	Ri		$Ri = 100 - 4.6 \Delta E_{ei}$ ΔE_{ei} — 和一般显色指数式中 ΔE_{ai} 的意义相同。		对 CIE 规定的 8 种色样或规定以外的任何单个色样(如白种人的肤色、树叶颜色等)的显色指数, 称为特殊显色指数。
干线					在道路中, 专门供车辆交通用的部份, 但高速公路出入口的交叉坡道等不包括在内。

中 分 带		为把相反方向的交通车道分离开，而在道路的纵向所设置的分离区域。或者不含该区域而用油漆描绘的分离线。
连续照明		在道路的某个区段内，原则上按一定间距连续配置照明器的照明方式，称为区段间的连续照明。
特殊区域照明		在一般道路照明中与其关联的某个特殊区域、区段（如平面交叉口、立体交叉口、通过式广场、弯道、坡道以及交通干道会聚分叉口等处）需根据地形和使用要求，在必要的地方采取相应的照明方式，所设置的特殊照明设施。
缓冲照明		由某种特殊区域的照明器（如立体交叉、隧道出入口、交通干道分叉处以及通过式广场等）过渡到连续照明区段之间的缓冲段的照明称缓冲照明。

安全视距	 L — 安全视距; L₁ — 制动期间内的行驶距离。 即: 空走距离 L₁ = 反应时间 × 速度 L₂ — 制动后移出的距离 (与路面材质、干燥程度等有关)	司机在行车时, 由发现前方障碍物 就开始踏闸到车辆完全停止时, 所行驶 的距离, 为司机的安全距离。安全视距 和车速, 路面条件和司机的反映速度有 关。
交通量	辆/小时 辆/日 辆/年	车道上的某一地点, 在一定的时间 (如 1 小时、1 天或 1 年内) 一定方向(也 包括二个方向)所通过车辆的数目。

第二章

道路照明常用光源及镇流器

2—1 节 道路照明常用光源

自十九世纪初电能开始用于照明后,相继制成了钨丝白炽灯、低压汞灯、高压汞灯、卤钨灯,后来又制成了高压钠灯和金属卤化物灯等新型光源。光源的光效、寿命和显色性等均不断得到提高。

一、光源分类

目前用于照明的电光源,按发光原理可分为两大类:

(1) 热辐射光源:钨丝白炽灯(白炽灯);卤钨白炽灯(如卤钨灯等)。

(2) 气体放电光源(按发光物质分类):

A.金属类:低压汞灯(如荧光灯)、高压汞灯(如荧光高压汞灯);低压钠灯、高压钠灯。

B.惰性气体类:氙灯、汞氙灯(如管形氙灯)。

C.金属卤化物灯(如钠铊铟灯)。

光源品种很多,用途广泛,本节主要介绍有关道路照明方面常用电光源的简要原理,光电参数及合理应用等问题。

二、光源主要特性

用于道路照明的光源,主要应具有良好的照明效果和符合经济节能的要求,在维护时灯泡有互换性。因此,道路照明对光源的要求是高光效、长寿命,并有较好的显色性和一致性,以及适当的低亮度等。

自六十年代以来,在道路照明方面正在逐步扩大使用高效率气体放电灯如:改善光色的高压汞灯、钠灯和金属卤化物等作为照明光源,它们具有较高的发光效率,较好的显色性以及寿命长的优点,因而提高了道路照明的经济性和实用价值。

道路照明常用光源(国产)的主要特性如表2·1所示。

1. 白炽灯

自1879年第一只白炽灯出现至今已有一百多年了,1913年又研

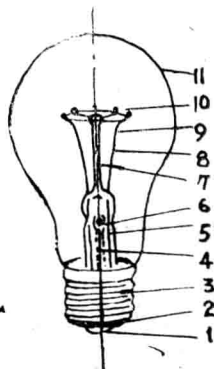


图 2·1 白炽灯的构造

* 1.电极; 2.绝缘; 3.罗口兼电极; 4.排气管; 5.6.导线; 7.玻璃支柱; 8.导线兼支架; 9.支架; 10.钨丝; 11.玻璃外壳。

究出充气灯泡, 1936年制成了双螺旋灯丝, 使灯的光效得到进一步提高。

(一) 灯的结构和原理:

白炽灯是由支承柱上的灯丝以及包围它的玻璃外壳、灯头电极等所组成。其构造见图 2·1 所示。

表2·1 道路照明常用光源的主要特性比较

光源名称	白炽灯	荧光高压汞灯	高压钠灯	低压钠灯	金属卤化物灯
额定功率范围W	10~1000	50~1000	100~400	18~180	400~1000
光效lm/w ^①	6.9~19	30~50	90~100	100~175	60~80
平均寿命h ^②	1000	2500~5000	3000	2000~3000	2000
一般显色指数Ra	95~99	30~40	20~25	—	65~85
启动标定时间	瞬 时	4~8分	4~8分	7~15分	4~8分
再启动时间	瞬 时	5~10分	10~20分	>5分	10~15分
功率因数cosφ	1	0.44~0.67	0.44	0.06	1.4~0.61
频闪效应	不 明 显	明 显			
表面亮度	大	较 大	较 大	较 大	大
电压变化对光通影响	大	较 大	大	大	较 大
环境温度对光通影响	小	较 小	较 小	小	较 大
耐震性能	较 差	好	较 好	较 好	好
所需附件	无	镇 流 器	镇 流 器	漏磁变压器	镇流器、触发器 ^③

〔注〕 ①光效是发光效力的简称, 指一个光源每消耗一瓦功率所发出的光通量。单位: 流明/瓦 (lm/w)

②光源的寿命有全寿命、有效寿命和平均寿命之分。全寿命指光源不能再启动和发光时所点燃时间。

③1000瓦的钠铊铟灯目前须用触发器启动。

用于照明的白炽灯泡, 从10W~1000W共八种, 显色指数Ra = 99, 寿命1000小时。

灯丝是采用了熔点高 (3655℃) 和不易蒸发的钨制成, 白炽灯的光是由电流通过灯丝的热效应而产生的。当电流通过灯丝时, 灯丝被加热到2400~3000℃之间, 而发射出可见光。较大功率 (40W以上) 的灯泡内部抽成真空, 并充以惰性气体如氩、氮等, 以减缓钨丝的气化; 并将钨丝作成螺旋形使热量散失小, 加大幅射面积, 从而提高了灯的效率。

白炽灯的发光效率是比较低的。100W白炽灯的发光效率约为12.5流明/瓦。即只有3%左右的电能转变为可见光, 而大部分电能都转化为热能和其他看不见的辐射能而损失了。

表2·2

泡灯型号主要尺寸及光电参数

序 号	灯 泡 型 号	额定值及主要尺寸 (mm)					平 均 寿 命 (小时)	灯头型号	备 注			
		电压 (U)	功率 (W)	光通量 (Lm)	最大 直径 (D)	用螺旋 式灯头 最大全 长 (L)				用扣口 式灯头 最大全 长 (L)		
1	PZ220—15	220	15	110	61	110	108.5	1000	E 27/ 27	双螺旋灯丝		
2	PZ220—25		25	220								
3	PZ220—40		40	350								
4	PZS220—40		40	415								
5	PZ220—60		60	630								
6	PZS220—60		60	715						或	双螺旋灯丝	
7	PZ220—100		100	1250								
8	PZS220—100		100	1350								双螺旋灯丝
9	PZ220—150		150	2090								
10	PZ220—200		200	2920								
11	PZ220—300		300	4610	81	175	—		E 27/ 35×30			
12	PZ220—500		500	8300	111.5	240	—		E 40/ 45			
13	PZ220—1000		1000	18600	131.5	281	—					

〔注〕 1.摘自北一轻局北京照明电器工业公司1981年产品目录手册。2.上述规格分透明式和内磨砂式。

白炽灯是最早发明的第一代电光源。同目前已研制的一些高效气体灯相比,尽管它的光效低、寿命短,但由于白炽灯具有制造工艺简单、成本低、光色好以及安装使用简便等优点,而至今仍为人们所广泛使用。包括在一些车辆不多,要求照度不高的小街巷和里弄,还在大量沿用白炽灯作为照明。在各类灯的年产量中,白炽灯仍占第一位。

(二)灯泡型号主要尺寸及光电参数见表2·2所示。

(三)使用注意事项:

①电源电压的变化对灯泡的寿命和光效影响很大,如图2·2所示,当电压升高5%时,寿命将缩短50%,故电源电压的偏移,不宜大于±2.5%。

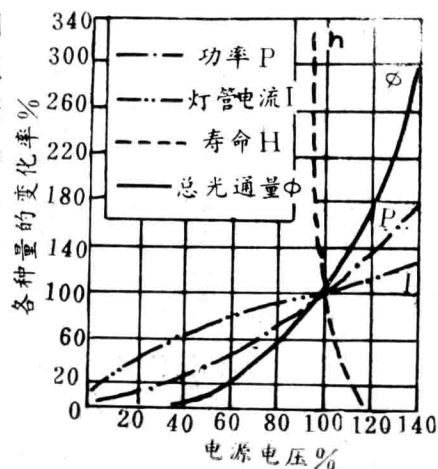


图 2·2